

## Device for cleaning heat exchangers

Patent Number: DE4430338  
Publication date: 1995-05-04  
Inventor(s): BARTEL WOLFGANG (DE)  
Applicant(s): GEA LUFTKUEHLER HAPPEL GMBH (DE)  
Requested Patent: ☐ DE4430338  
Application: DE19944430338 19940826  
Priority Number(s): DE19944430338 19940826  
IPC Classification: F28G9/00 ; F28G1/16  
EC Classification: F28D7/06, F28F9/02C, F28G9/00  
Equivalents:

### Abstract

The device has a multiplicity of exchanger tubes (9) which are combined in the manner of bundles in series next to and behind one another. They are flowed through by a cooling medium (coolant) and a hot flue gas loaded with pollutants flows onto them transversely. The exchanger tubes (9) are mounted in a double-layer tube plate (tube sheet) (2). In order to clean the outer surfaces of the exchanger tubes (9), some exchanger tubes (19) are provided with nozzle-type cutouts (perforations) (20). These exchanger tubes (19) can have cleaning fluid applied via an interspace in the tube plate (2). The cleaning fluid emerges via the cutouts (20), with the result that the outer surfaces of the exchanger tubes (9) in the entire tube bundle (10) can be

cleaned satisfactorily.



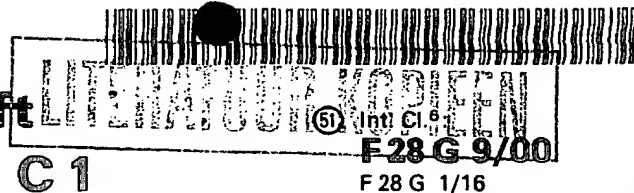
Data supplied from the esp@cenet database - I2

1074-50  
19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 44 30 338 C 1



21 Aktenzeichen: P 44 30 338.6-16  
22 Anmeldetag: 26. 8. 94  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 4. 5. 95

DE 44 30 338 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

GEA Luftkühler GmbH, 44809 Bochum, DE

74 Vertreter:

Oidtman, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Bockermann, R.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 44791 Bochum

72 Erfinder:

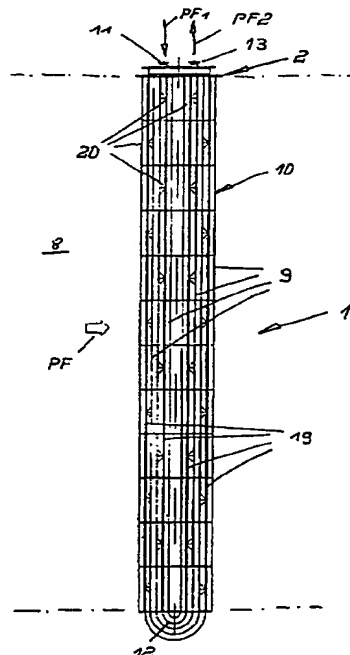
Bartel, Wolfgang, 44795 Bochum, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS 8 44 995  
Prospekt »Rußbläser« der Firma Bergemann;

54 Vorrichtung zur Reinigung von Wärmeaustauschern

57 Die Vorrichtung besitzt eine Vielzahl von in Reihe nebeneinander und hintereinander bündelartig zusammengefaßter Austauscherrohre (9). Sie werden von einem Kühlmedium durchströmt und von einem mit Schadstoffen beladenen heißen Rauchgas quer angeströmt. Die Austauscherrohre (9) sind in einem doppelwandigen Rohrboden (2) befestigt. Zur Abreinigung der äußeren Oberflächen der Austauscherrohre (9) sind einige Austauscherrohre (19) mit düsenartigen Durchbrechungen (20) versehen. Diese Austauscherrohre (19) sind über einen Zwischenraum im Rohrboden (2) mit Reinigungsfluid beaufschlagbar. Das Reinigungsfluid tritt über die Durchbrechungen (20) aus, so daß die äußeren Oberflächen der Austauscherrohre (9) im gesamten Rohrbündel (10) einwandfrei abgereinigt werden können.



DE 44 30 338 C 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reinigung von Wärmeaustauschern gemäß den Merkmalen im Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Reinigung der äußeren Oberflächen von in Wärmetauschern bündelartig zusammengefaßten Austauscherrohren, die von schadstoffhaltigen Schmutz- und staubbeladenen heißen Rauchgasen quer angeströmt werden, bildet nach wie vor ein erhebliches technisches Problem.

In diesem Zusammenhang ist es bekannt, Rußbläser, Drehrohr- und Recheneinrichtungen, Lanzenreiniger sowie Düsenstöcke einzusetzen. Welche Reinigungsart letzten Endes zum Einsatz gelangt, ist von der Schmutz- und Staubbefrachtung, den Materialien der Austauscherrohre, der Rohrböden und der Gehäusewände, den jeweiligen Betriebstemperaturen sowie der Bauart und Bautiefe des jeweiligen Wärmetauschers abhängig.

Eine große Verbreitung in diesem Zusammenhang haben Düsenstöcke. Diese werden insbesondere in Verbindung mit Wärmetauschern eingesetzt, deren Austauscherrohre sensibel und folglich leicht verletzlich sind. Solche Austauscherrohre bestehen meistens aus Kunststoffen, aus beschichtetem Stahl oder aus Glas, so daß sie einer sogenannten harten mechanischen Reinigung nicht ohne Beschädigungen standhalten.

Die Anordnung eines Düsenstocks vor einem Wärmetauscher mit Sprühhührung in den Gasstrom ist jedoch mit dem Mangel verbunden, daß eine lückenlose Durchreinigung des Rohrbündels nicht gewährleistet ist. Da ein Großteil der Waschennergie bereits in den aus dem Düsenstock zuerst angesprühten vorderen Rohrreihen verbraucht wird, ist eine Durchdringung im mittleren und besonders im hinteren Teil des Rohrbündels nicht mehr gewährleistet. Die Folge ist, daß gerade bei Wärmetauschern, in denen der Säuretaupunkt unterschritten wird, die aggressiven Schadstoffe, wie z. B. Schwefel-, Salz oder Flußsäure im hinteren abströmseitigen Teil der Rohrbündel nicht abgewaschen werden. Längere Verweilzeiten dieser Schadstoffe begünstigen somit Korrosionen an den Rohrbündeln und deren Tragkonstruktionen, die oft schon nach kurzer Zeit zu schweren Schäden führen.

Wird ein Düsenstock mittig eines Rohrbündels fest installiert, so haftet ihm der Nachteil an, daß er dann nicht mehr zugänglich ist. Verstopfungen und Korrosionen an den Sprühdüsen werden zu spät oder häufig gar nicht erkannt. Außerdem ist ein derartiger Düsenstock vergleichsweise teuer, da er zur Verlängerung der Lebensdauer und zur Steigerung der Funktionsfähigkeit aus einem hochwertigem Material, wie z. B. Austenit, einer Ni-Basislegierung oder Kunststoff besteht. Folglich ist auch ein entsprechender betriebsmäßiger Erhaltungsaufwand notwendig. Muß ein derartiger Düsenstock gereinigt werden, so ist es erforderlich, ihn komplett aus dem Wärmetauscher nach oben herauszuziehen. Da unter realistischen praktischen Einsatzbedingungen ein derartiges Bündel eine Höhe von 10 m und mehr aufweist, ist der Aus- und Wiedereinbau mit einem hohen Aufwand verbunden.

Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Reinigung von Wärmeaustauschern zu schaffen, die eine einwandfreie weiche Abreinigung der äußeren Oberflächen der Austauscherrohre gewährleistet.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1

aufgeführten Merkmalen.

Danach werden nunmehr in einem Rohrbündel mehrere bezüglich ihrer Wände perforierte Zusatzrohre vorgesehen. Bei einer gleichmäßigen Verteilung der Zusatzrohre in einem Rohrbündel und Beaufschlagung dieser Zusatzrohre mit einem Reinigungsfluid kann folglich eine einwandfreie Abreinigung über die gesamte Tiefe (in Strömungsrichtung des Gases gesehen) und Höhe eines Rohrbündels gewährleistet werden. Dabei ist die Anzahl der düsenartigen Durchbrechungen in den Rohrwänden in überaus einfacher Weise bei bekanntem Verschmutzungsverhalten der Rohrbündel von oben nach unten bzw. von vorne nach hinten — in Strömungsrichtung des Gases gesehen — anpaßbar. Der benötigte Druck des Reinigungsfluids liegt deutlich unter dem vergleichbarer Düsenstöcke. Bei hohen Wärmetauschern sorgt der geodätische Druck in den unteren Teilen der Rohrbündel zusätzlich dafür, daß diese Bereiche stärker gereinigt werden als die oberen Bereiche, so daß sich durch das natürliche Nachrutschen des Schmutzbelags auf den äußeren Oberflächen der Rohrbündel kein Aufbau des Schmutzbelags von unten nach oben einstellen kann. Bei hartnäckigen Verschmutzungen kann über die Regelung des Vordrucks mehr oder weniger gründlich gereinigt werden. Durch die gleichmäßige Verteilung der Zusatzrohre im Rohrbündel ist der Reinigungsenergieaufwand insgesamt gering und der Reinigungseffekt an jeder Stelle gleich groß. Da die Strahlenergie im Austrittsquerschnitt klein ist und bei Wasser als Reinigungsfluid das ablaufende Wasser an den Austauscherrohren bei meist rasch löslichen Schadstoffen den eigentlichen Reinigungseffekt erbringt, kann von einer weichen Spülung ähnlich einem Schwallwasserverhalten gesprochen werden. Dies ist von besonderer Bedeutung bei Wärmetauschern mit verletzlichen Austauscherrohren. Dort wurden bislang, beispielsweise bei Einsatz von Feuerwehrschräuchen oder Lanzenreinigungen und nicht fachgerechter Anwendung, erhebliche Schäden herbeigeführt.

Die Zusatzrohre können zusätzlich zu den üblichen Austauscherrohren in die Rohrbündel eingezogen werden. Bevorzugt handelt es sich bei den Zusatzrohren jedoch um Austauscherrohre, die in der Regel aus den Reserverohren bestehen, die wegen des üblichen Verschmutzungsverhaltens zusätzlich einkalkuliert werden. Dadurch ist kein ergänzender Aufwand notwendig.

Bestehen die Rohrbündel aus flexiblen Materialien, so sorgen deren Schwingungen und Bewegungen für eine gewollte ungleichmäßige Richtungsänderung der aus den düsenartigen Durchbrechungen austretenden einzelnen Sprühstrahlen. Die Brechung dieser Sprühstrahlen erfaßt an den Nachbarrohren wiederum andere Austauscherrohre und führt somit in kürzester Zeit eine optimale Reinigung herbei.

Ein einwandfreies Reinigungsergebnis wird dann erzielt, wenn etwa 5% sämtlicher Austauscherrohre mit dem Reinigungsfluid beaufschlagbar sind.

Statt Sprühwasser kann auch Druckluft, insbesondere in stoßartiger Beaufschlagung, als Vor- und Zwischenreinigung verwendet werden. Dies ist dann von Vorteil, wenn trockene, überwiegend staubartige Verschmutzungen eintreten.

Der Zwischenraum im Rohrboden kann darüberhinaus dazu genutzt werden, um hier Spülluft aufzugeben. Mit Hilfe dieser Spülluft können auch Innenverschmutzungen von Sprührohren und Zwischenkammern weitgehend vermieden werden, die sich sonst aus rückwärts strömenden Rauchgasen ergeben würden.

Nach den Merkmalen des Anspruchs 2 sind die Zusatzrohre nur in der dem Rauchgas näher liegenden inneren Bodenlage des Rohrbodens befestigt. Dazu werden Edelstahlhülsen verwendet, die über Bohrungen in der äußeren Bodenlage eingeführt werden. Nach dem Festlegen der Endabschnitte der Austauscherrohre in der inneren Bodenlage mit Hilfe der Hülsen werden die Bohrungen in der äußeren Bodenlage mit Stopfen verschlossen. Die Stopfen bestehen bevorzugt aus korrosionsfestem Edelstahl. Auch die innere Bodenlage ist korrosionsbedingt aus Edelstahl gebildet, während die äußere Bodenlage aus normalem Baustahl besteht.

Um in diesem Fall jedoch sicherzustellen, daß z. B. bei Nichtbenutzung der Reinigungseinheit keine mit Schadstoffen beladenen Gase durch die Durchbrechungen in den Zusatzrohren in diese und damit in die Zwischenkammer eintreten und dort Korrosionen herbeiführen können, ist nach Anspruch 3 die dem Zwischenraum zugewandte Oberfläche der äußeren Bodenlage mit einer korrosionsbeständigen Beschichtung versehen, während die Bohrungen in der äußeren Bodenlage zur Montage der Zusatzrohre mit Hülsen aus Edelstahl ausgekleidet sind.

Natürlich ist es möglich, auf die Beschichtung der äußeren Bodenlage und auch auf den Einbau von Edelstahlhülsen zu verzichten, wenn die jeweilige Betriebssituation und Schadstoffbelastung es zuläßt. In diesem Fall genügt es, beispielsweise durch Aufgabe von Spülluft in die Zwischenkammer, mit einem vergleichsweise geringfügig über dem Druck des im Wärmeaustausch stehenden Rauchgases liegenden Druck das Rauchgas im Rauchgaskanal zu konzentrieren, so daß es nicht in die Sprührohre und über diese in die Zwischenkammer eindringen kann.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 im schematischen vertikalen Querschnitt einen Rohrbündelwärmetauscher und

Fig. 2 in vergrößerter Darstellung einen Ausschnitt des Rohrbündelwärmetauschers der Fig. 1 im Bereich des Rohrbodens.

Mit 1 ist in der Fig. 1 ein U-förmiger Rohrbündelwärmetauscher bezeichnet, der einen aus der Fig. 2 näher erkennbaren doppelagigen Rohrboden 2 mit einer inneren Bodenlage 3 und einer äußeren Bodenlage 4 aufweist. Die innere Bodenlage 3 besteht aus Edelstahl, während die äußere Bodenlage 4 aus Baustahl besteht. Die der inneren Bodenlage 3 zugewandte Oberfläche 5 der äußeren Bodenlage 4 ist mit Kunststoff 5 beschichtet. Die innere Bodenlage 3 ist durch einen Zwischenraum 7 von der äußeren Bodenlage 4 distanziert.

Ein derartiger Rohrbündelwärmetauscher 1 wird von oben in einen nicht näher dargestellten Gaskanal 8 eingebaut. Die Gasströmungsrichtung ist in Fig. 1 mit dem Pfeil PF bezeichnet. Die Austauscherrohre 9 des Rohrbündels 10 werden über den Flansch 11 gemäß dem Pfeil PF1 mit Kühlwasser beschickt, durchströmen die Austauscherrohre 9 nach unten, werden im unteren Bereich 12 umgelenkt, durchströmen dann die Austauscherrohre 9 wieder nach oben und treten gemäß dem Pfeil PF2 über den Flansch 13 aus dem Rohrbündel 10.

Wie aus Fig. 2 zu erkennen ist, sind die Austauscherrohre 9 aus Kunststoff gebildet. Sie werden in der inneren Bodenlage 3 und in der äußeren Bodenlage 4 befestigt. Dazu ist in der inneren Bodenlage 3 eine Kunststoffbuchse 14 vorgesehen, in der die Austauscherrohre 9 gehalten sind. Die Austauscherrohre 9 erstrecken sich

bis in die Nähe der äußeren Oberfläche 15 der äußeren Bodenlage 4. Mit Hilfe einer Edelstahlhülse 16, die von innen in die Endabschnitte der Austauscherrohre 9 eingeführt wird, werden die Austauscherrohre 9 in der inneren Bodenlage 3 und in der äußeren Bodenlage 4 festgelegt. Rillen 17 in der äußeren Bodenlage 4 bzw. in der Kunststoffbuchse 14 wirken im Zusammenhang mit der äußeren Oberfläche 18 der Austauscherrohre 9 als Labyrinthdichtung.

Wie die Fig. 1 in verstärkter Linienführung zeigt, sind in das Rohrbündel 10 gleichmäßig verteilt Zusatzrohre 19 vorgesehen, die, wie die Fig. 2 näher erkennen läßt, perforiert sind. Bei diesen Zusatzrohren 19 kann es sich ebenfalls um Austauscherrohre handeln, die als Reserverohre eingezogen sind. Die Wände 26 der Zusatzrohre 19 sind mit düsenartigen Durchbrechungen 20 versehen, welche in Abhängigkeit von dem örtlichen Verschmutzungsverhalten in gleichmäßiger oder ungleichmäßiger Verteilung über die gesamte Höhe der Zusatzrohre 19 vorgesehen sind. Die Zusatzrohre 19 werden mit Hilfe von Edelstahlhülsen 21 nur in der inneren Bodenlage 3 befestigt. Für den Zugang und zur Befestigung der Zusatzrohre 19 in der inneren Bodenlage 3 dienen Bohrungen 22 in der äußeren Bodenlage 4. Diese werden zur Vermeidung von Korrosionen mit Edelstahlhülsen 23 ausgekleidet und mit Edelstahlstopfen 24 endseitig verschlossen.

Die Beaufschlagung der Zusatzrohre 19 mit einem Reinigungsfluid, insbesondere Reinigungswasser, erfolgt, wie Fig. 2 gemäß dem Pfeil PF3 erkennen läßt, über Bohrungen 25 in der äußeren Bodenlage 4 sowie den Zwischenraum 7 zwischen der inneren Bodenlage 3 und der äußeren Bodenlage 4.

Außerdem kann der Zwischenraum 7 ggf. mit Spülluft PF4 beaufschlagbar sein.

Auch im Bereich der Befestigung der Zusatzrohre 19 in der inneren Bodenlage 3 sind Rillen 17 als Labyrinthdichtungen vorgesehen.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Rohrbündelwärmetauscher
- 2 Rohrboden v. 1
- 3 innere Bodenlage
- 4 äußere Bodenlage
- 5 Oberfläche v. 4
- 6 Kunststoffbeschichtung
- 7 Zwischenraum
- 8 Gaskanal
- 9 Austauscherrohre
- 10 Rohrbündel
- 11 Flansch
- 12 Umlenkbereich
- 13 Flansch
- 14 Kunststoffbuchse
- 15 äußere Oberfläche v. 4
- 16 Edelstahlhülse
- 17 Rillen
- 18 äußere Oberfläche v. 9
- 19 Zusatzrohre
- 20 Durchbrechungen
- 21 Edelstahlhülsen
- 22 Bohrungen in 4
- 23 Edelstahlhülsen
- 24 Edelstahlstopfen
- 25 Bohrungen in 4
- 26 Wände v. 19
- PF Gasströmungsrichtung

PF1 Zuströmung  
PF2 Abströmung  
PF3 Kühlwasser  
PF4 Spülluft

## Patentansprüche

5

1. Vorrichtung zur Reinigung von Wärmeaustauschern, welche eine Vielzahl von in Reihe neben- und hintereinander bündelartig zusammengefaßten Austauscherrohren (9) aufweist, die endseitig in einem einen Zwischenraum (7) aufweisenden doppel- 10  
lagigen Rohrboden (2) befestigt, von einem Kühl-  
medium durchströmt, von einem mit Schadstoffen  
beladenen heißen Rauchgas quer angeströmt und  
mit einem Reinigungsfluid in zeitlichen Intervallen 15  
außenseitig beaufschlagbar sind, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die Wände (26) mehrerer in dem  
Rohrbündel (10) verteilt angeordneter und zu den  
Austauscherrohren (9) parallel verlaufender Zu- 20  
satzrohre (19) mit düsenartigen Durchbrechungen  
(20) versehen und über den Zwischenraum (7) im  
Rohrboden (2) mit dem Reinigungsfluid beauf-  
schlagbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekenn- 25  
zeichnet, daß die mit den Durchbrechungen (20)  
versehene Zusatzrohre (19) nur in der dem Rauch-  
gas benachbarten inneren Bodenlage (3) des Rohr-  
bodens (2) befestigt und in Verlängerung der Zu-  
satzrohre (19) in der äußeren Bodenlage (4) befind- 30  
liche Bohrungen (22) mit Stopfen (24) verschlossen  
sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Bohrungen (22) in der äu- 35  
ßeren Bodenlage (4) mit einer Hülse (23) aus Edel-  
stahl ausgekleidet und die dem Zwischenraum (7)  
zugewandte Oberfläche (5) der äußeren Bodenlage  
(4) mit einer korrosionsbeständigen Beschichtung  
(6) versehen sind.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

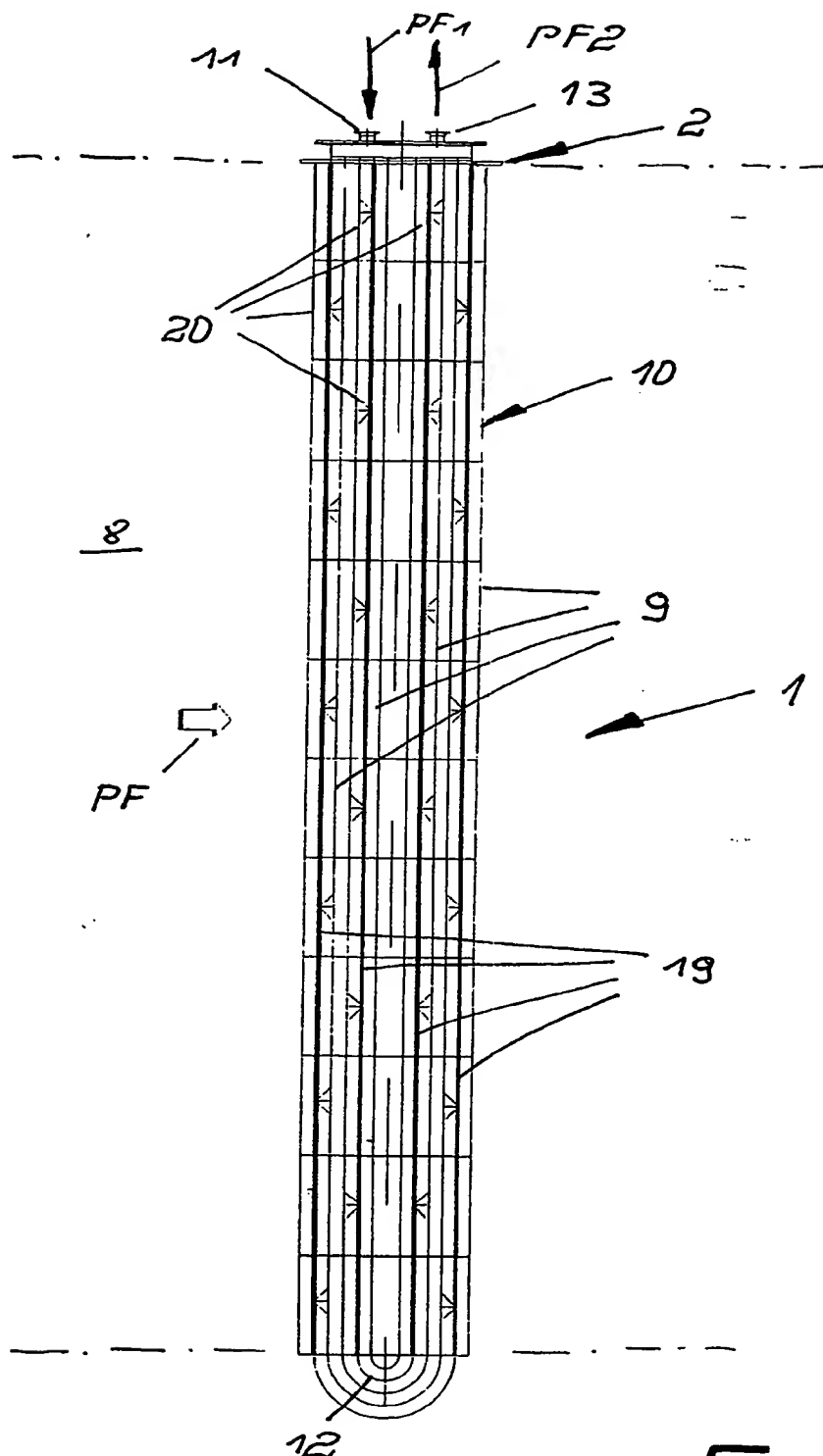
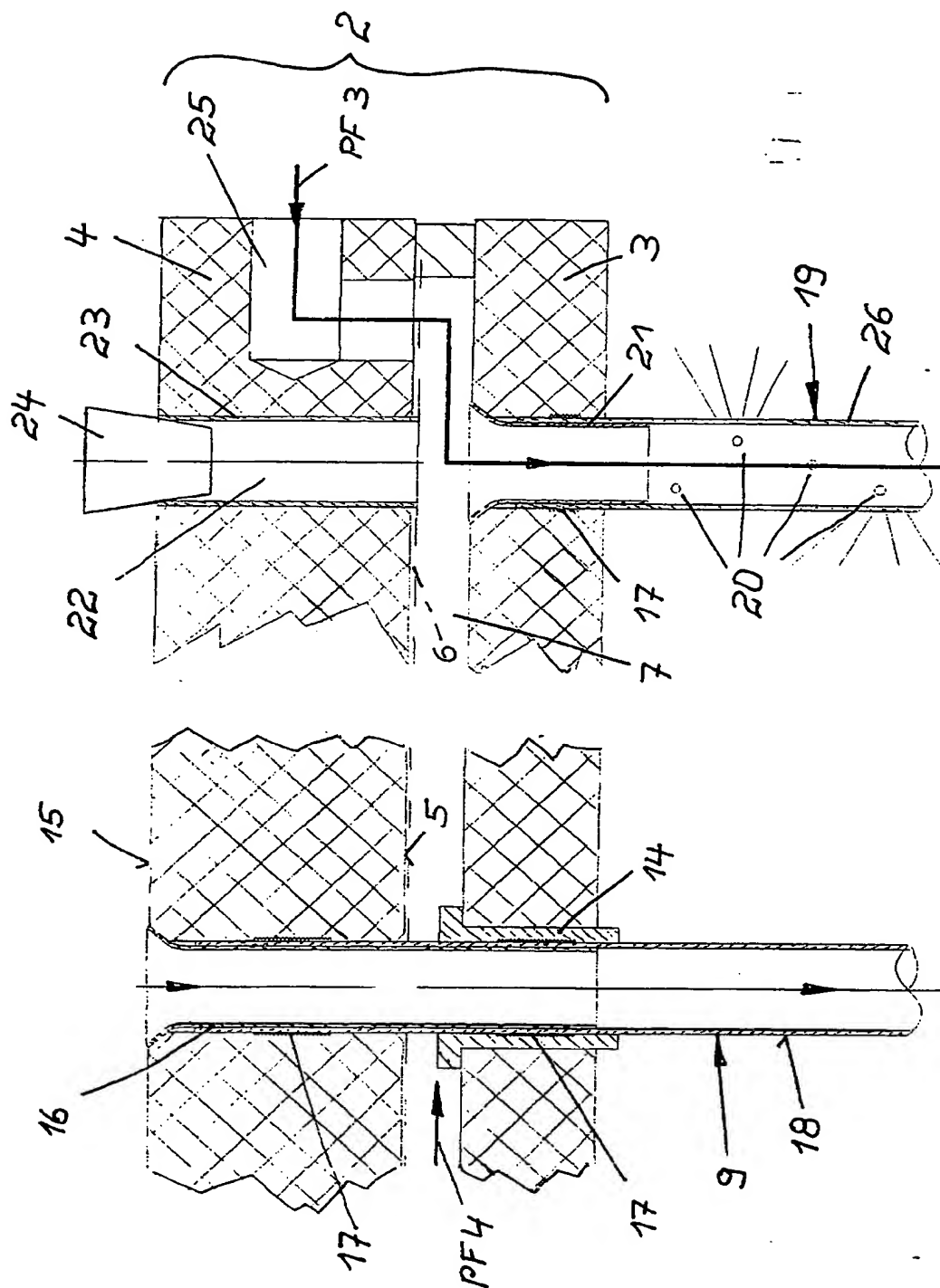


Fig. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**